

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-78757

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 43/08		Z		
G 0 1 R 33/09				
G 1 1 B 5/39				
H 0 1 F 10/08				
		9307-2G	G 0 1 R 33/06	R
			審査請求 未請求 請求項の数5	OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-214844

(22) 出願日 平成6年(1994)9月8日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 北島 政充

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

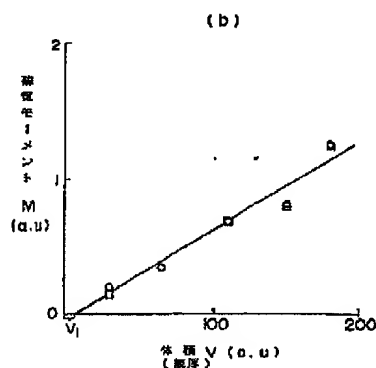
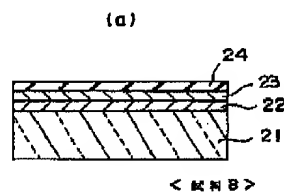
(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 MR素子、スピンバルブMR素子、ジャイアントMR素子などの磁気抵抗効果素子に関し、磁性体層の磁気モーメントが零になる厚さを大幅に低減し、且つ磁性体層の膜厚を薄くする場合のその磁気モーメントを安定化すること。

【構成】 絶縁層21上に形成された非磁性金属層22と、前記非磁性金属層22上に形成された磁性体層23とを含む。



(2)

特開平8-78757

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁層上に形成された非磁性金属層と、前記非磁性金属層上に形成された磁性層とを有することを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】前記磁性層は軟磁性層であり、該軟磁性層の上には非磁性金属層、磁気抵抗効果素子が形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項3】前記非磁性金属層は、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、クロム、モリブデン、タングステンのいずれかの単体又はその合金から形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項4】絶縁層上に非磁性金属層を形成する工程と、

前記非磁性金属層上に磁性層を形成する工程とを有することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項5】前記非磁性金属層は、タンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、クロム、モリブデン、タングステンのいずれかの単体又はその合金から形成されていることを特徴とする請求項4記載の磁気抵抗効果素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気抵抗効果素子及びその製造方法に関し、より詳しくは、磁気記録による高密度記憶装置であるハードディスク装置、磁気カード、磁気テープ装置等において磁気記憶媒体の情報信号を読み取る磁気抵抗効果素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果を利用した磁気ヘッドを実用化するためには、記録媒体からの信号磁界に対して強磁性磁気抵抗効果層（以下MR層という）の電気的抵抗変化を線形応答させる必要がある。その線形応答させるためにMR層には磁気的なバイアスをかける。そのバイアスは一般に線形化バイアスと呼ばれる。

【0003】線形化バイアスの手段として幾つかの方法が知られている。非磁性金属層を介してMR層上に軟磁性層を記することは線形化バイアス手段の1つである。この方法は、バイアス効率が良く、センス電流によるバイアス点の変化が少ないことなどが長所である。そのような構造を採用したMR素子は例えば特開平5-217123号、特開平5-325138号、特開平5-182147号等の公報に記載されている。MR素子は例えば図6(a)のような構造を有している。

【0004】図6(a)において、磁気シールド材からなる基板1の上には絶縁層2が形成され、その絶縁層2の上には軟磁性層3、非磁性金属層4、MR層5が順に形成されている。また、MR層5の両側にはセンス領域Aを挟んで1対の引出導電体層6a、6bが接続され、こ

2

の引出導電体層6a、6bとMR層5の間には反強磁性層7a、7bが形成され、MR層5と反強磁性層7a、7bとの交換相互作用によりMR層5は一方の導電体層6aから他方の導電体層6bに向かって磁化されている。さらに、それらの上には、特に図示しないが絶縁層、磁気シールド層が形成される。

【0005】このようなMR素子は、図6(b)に示すように、1対の導電体層6a、6b間の領域にセンス電流Iを流すことにより、そのMR層5の周囲に磁界H<sub>1</sub>を発生させ、これによりMR層5の初期の磁化M<sub>1</sub>の方向に直交するバイアス磁界H<sub>2</sub>を軟磁性層3に発生させる。そして軟磁性層3のバイアス磁界H<sub>2</sub>によってMR層5の磁化M<sub>2</sub>の方向が変わり、図6(c)に示すような外部磁界に対する電気抵抗の特性曲線が得られ、これにより磁気媒体（不図示）からの信号磁界によってMR素子の電気的抵抗変化が線形応答する。

【0006】このような磁気抵抗効果素子は、磁気媒体の高記録密度化に伴って微細化する必要が生じている。磁気抵抗効果の微細化として最初に考えられることは、MR素子を構成する膜の薄層化である。例えば図6(a)の軟磁性層3を薄層化することが考えられるが、軟磁性層3を薄くすると、厚さ方向の保磁力が不均一となる。これを改善するために、軟磁性層3の下地として絶縁性の非晶質膜を使用することが特開昭61-241993号公報において提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者等の実験によれば、非晶質性の絶縁層（例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）上に形成する軟磁性層を薄くしてゆくと、軟磁性層が存在するにもかかわらず磁気モーメントが零になる厚さが存在するので、その厚さの軟磁性層を備えたMR素子では線形化バイアスがかからなくなる。磁気モーメントが零になる厚さは一定ではなく、上限で20〜30Å程度であってバラツキがあるので、膜厚の調整により磁気モーメントを調整することが難しく、しかも、線形化バイアス磁界が不安定となる。なお、軟磁性層の膜厚は通常200Å程度である。

【0008】軟磁性層が比較的厚く、磁気モーメントが等になる厚さが無視できる場合には特に問題とならないが、薄くした場合にMR層にかかるバイアス磁界が設計値と異なってしまうという問題が生じる。本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、磁性層の磁気モーメントが零になる厚さを大幅に低減し、且つ磁性層の膜厚を薄くする場合の磁性層の磁気モーメントを安定化できる磁気抵抗効果型素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、図2に例示するように、絶縁層21上に形成された非磁性金属層22と、前記非磁性金属層22上に形成された磁性層

(3)

特開平8-78757

3

23とを有することを特徴とする磁気抵抗効果素子により解決する。前記磁気抵抗効果素子において、前記磁性層は軟磁性層であり、該軟磁性層の上には非磁性金属層、磁気抵抗効果素子が形成されていることを特徴とする。

【0010】または、図4、5に例示するように、絶縁層32上に非磁性金属層33を形成する工程と、前記非磁性金属層33上に磁性層34を形成する工程とを有することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法によって解決する。前記磁気抵抗効果素子又はその製造方法において、前記非磁性金属層22、33はタンタル、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、クロム、モリブデン、タングステン等のいずれかの単体又はその合金から形成されていることを特徴とする。

【0011】

【作 用】本発明によれば、絶縁層の上に非磁性金属層を介して磁性層を形成している。即ち、絶縁層の上に形成される磁性層、特に軟磁性層の下地として非磁性金属層を使用したところ、磁性層の磁気モーメントが零になる膜厚の上限が数Åと小さく、しかも、その上限の値のバラツキが小さくなった。この事実は、実験的に確認された。

【0012】従って、絶縁層と磁性層の間に非磁性金属層を介在させることにより、磁気的に安定した磁気抵抗効果型素子が得られ、しかも、その歩留りが向上する。

【0013】

【実施例】そこで、以下に本発明の実施例を図面に基いて説明する。本発明者等は、軟磁性層の磁気モーメントについて以下の実験を試みた。まず、軟磁性層を絶縁層上に形成した試料を用いてその膜厚と磁気モーメントの関係求めた。軟磁性層としてFeNi層を用いた。

【0014】実験に際して、FeNi層の膜厚を異ならせた複数の試料Aを用意した。それら試料AはFeNi層の膜厚を除いて全て同じ構成となっていて、図1(a)に示すようにガラス基板11上に第一の絶縁層12、FeNi層13、第二の絶縁層14を順に形成したものである。第一及び第二の絶縁層12、14は酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )からなる。

【0015】そして、各試料AのFeNi層13について図3に示すような磁場-磁化曲線を測定し、これにより磁気モーメントMを求めた。そして、各試料AのFeNi層13の磁気モーメントと膜の体積との関係を示す特性線を描いたところ、図1(b)に示すような結果が得られた。なお、FeNi層13の量は体積Vで実測しているが、各試料AのFeNi層13の面積は全て同じであるので、この場合のFeNi層13の膜厚は体積Vに比例している。

【0016】図1(b)の測定結果によれば、FeNi層13が存在するにもかかわらず磁気モーメントMが零になる体積V<sub>1</sub>(厚さ)が存在した。しかも、磁気モーメントMが零になる体積(厚さ)の上限は一定ではなく、膜厚

4

に換算して約20~30Åの範囲でバラツキがあった。従って、第一の絶縁層12上のFeNi層13の膜厚を調整するだけで磁気モーメントMを調整することが難しいことがわかる。

【0017】そこで、本発明者等は、軟磁性層の下地の材料として絶縁体ではなく非磁性金属層を用いた試料を用意して膜厚と磁気モーメントの関係を求めた。測定に際して軟磁性層となるFeNiの膜厚が異なる複数の試料Bを用意した。それら複数の試料Bの構成はFeNi層の膜厚を除いて全て同じである。試料Bは、図2(a)に示すように、絶縁層であるガラス基板21上にタンタル(Ta)層22、FeNi層23、絶縁層24を順に形成したものである。絶縁層24は $Al_2O_3$ からなる。

【0018】そして、各試料BのFeNi層23について磁場-磁化曲線を測定し、これによりFeNi層23の磁気モーメントMと体積Vの関係を示す特性線を描いたところ図2(b)に示すような結果が得られた。この場合もFeNi層23の量は体積Vで実測しているが、各試料BのFeNi層23の面積は全て同じであるので、この場合のFeNi層23の膜厚は体積Vに比例している。

【0019】この測定結果によっても、磁気モーメントMが零になるFeNi層23の体積V<sub>1</sub>(膜厚)が存在した。しかし、その体積V<sub>1</sub>の上限を膜厚に換算したところ、その膜厚は数Åと小さかった。しかも、磁気モーメントが零になるその膜厚のバラツキは極めて小さく、殆ど無視できる程度であった。従って、FeNi層23の膜厚が薄くなってもその磁気モーメントは安定する。

【0020】なお、磁気モーメントMが零となるFeNi層23の膜厚は、下地となるTa層22の膜厚には依存しないので、Ta層22の膜厚は素子の大きさ等を考慮して適宜決定する。例えば絶縁層を軟磁性層の下地に選択した場合の磁気モーメントが零になる膜厚に合わせて20~30Åとしてもよい。以上のことは、FeNi以外の磁性体、例えばFeNiにクロム(Cr)又はロジウム(Rh)を含むさせたFeNiCr又はFeNiRhについても該当することである。従って、磁性層の下地として非磁性金属層を選択し、磁性層の膜厚を調整することにより磁気モーメントを精度良く制御することが可能になる。また、その磁性層の下地となる非磁性金属材料としては、タンタルの他に、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)の単体又はその合金がある。

【0021】以上のように絶縁層上に非磁性金属材料、磁性層を順に形成した構造は、例えばMRヘッド、スピンバルブMRヘッド、ジャイアントMRヘッドに採用することが可能である。次に、そのような構造を有するMRヘッドを説明する。図4(a)~(d)及び図5(a)~(c)は、本発明の実施例を示すMRヘッドの製造工程を示す断面図である。

(4)

特開平8-78757

5

6

【0022】まず、図4(a)に示すように、磁気シールド効果を有する材料、例えばフェライト等からなる基板31を使用し、その上に酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )又は酸化シリコン( $SiO_2$ )などよりなる第一の絶縁層32を1000Å程度の厚さに形成する。次に、図4(b)に示すように、スパッタリングによって、Ta,W等よりなる非磁性金属層33、FeNiCrよりなる軟磁性層34、Taよりなる高抵抗の非磁性金属層35及びFeNiよりなるMR層36を順に第一の絶縁層32上に形成する。非磁性金属層35、MR層36の膜厚をそれぞれ100Å、200Åとする。また、非磁性金属層33上の軟磁性層34の膜厚を200Åにして磁化を0.7Tに設定する。非磁性金属層33の膜厚は、磁気媒体の記録密度が高くなるにつれて上下の磁気シールド層の間隔が狭くなるので、余り厚くしすぎない必要があり、200Å以上にするとは好ましくない。

【0023】次に、MR層36の上に第一のレジスト37を塗布し、これを露光、現像して $3 \times 150 \mu m^2$ の長方形の素子領域にのみ残す。これに続いて、パターンニングされた第一のレジスト37をマスクに使用し、イオンミリングによりMR層36から非磁性金属層33までの各層をエッチングする。それらの層は素子領域のみ残存し、その平面形状は長方形となる。パターンニングを終えた後に、第一のレジスト37を除去する(図4(c))。

【0024】次に、第二のレジスト38を全体に塗布し、これを露光、現像することにより、長方形のMR層36の長手方向の両側を通る電氣的引出領域に2つの窓38a、38bを形成する。その後、第二のレジスト38の上と窓38a、38bから露出したMR層36の上に、FeMnのような反強磁性体よりなるバルクハウゼン抑制層39と金(Au)層40をそれぞれ200Å、200Åの厚さに形成する。続いて、第二のレジスト38を剥離すると、バルクハウゼン抑制層39とAu層40は電氣的引出領域にのみ残存し、これによりMR層36の両側に残ったAu層40を1対の引出導電体層40A、40Bとして使用する。

【0025】次に、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ などよりなる第二の絶縁層41によって引出導電体層40A、40BやMR層36などを覆い、さらにその上に、鉄ニッケルなどの磁気シールド層42を重ねる。これによりMRヘッドが完成する。なお、少なくともMR層36、バルクハウゼン抑制層39を形成する際には、素子領域の長手方向に向けて磁界をかけながらそれらの層を形成し、これにより一方の引出導電体層40Aから他方の引出導電体層40Bに向けてMR層36のセンス領域を磁化する。また、MR素子の下側の第一の絶縁層32の厚さは磁気ヘッドの下側の再生ギャップとなり、MR素子の下側の第二の絶縁層41の厚さは磁気ヘッドの上側の再生ギャップとなる。

【0026】なお、非磁性金属層33としてタンタル以

外に上記した材料を用いてもよい。また、軟磁性層34の材料としてFeNiCrの他にNiFeRhがある。以上のような工程によれば、軟磁性層を薄く形成する場合にも、その膜厚の調整によって磁気モーメントの制御が用意になり、しかも軟磁性層により安定な線形化バイアス磁界をMR層にかけることができる。この結果、信頼性の高く、歩留りの高い磁気ヘッドが形成される。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、絶縁層の上に形成される磁性層の下地として非磁性金属層を使用したところ、磁性層の磁気モーメントが零になる膜厚の上限を数Åと小さく抑えることができ、しかもその上限の値のバラツキを小さくすることができた。

【0028】従って、絶縁層と磁性層の間に非磁性金属層を介在させることにより、磁氣的に安定した磁気抵抗効果型素子が得られ、しかも、その歩留りを向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、絶縁層の上に磁性層を形成した構造を有する試料を示す断面図で、図1(b)は、その磁性層の体積と磁気モーメントの関係を示す特性図である。

【図2】図2(a)は、非磁性金属層を介して絶縁層上に磁性層を形成した構造を有する試料を示す断面図で、図2(b)は、その磁性層の体積と磁気モーメントの関係を示す特性図である。

【図3】図3は、磁性層の外部磁界と磁気モーメントを示す図である。

【図4】図4は、本発明の実施例に係るMR素子の製造工程を示す断面図(その1)である。

【図5】図5は、本発明の実施例に係るMR素子の製造工程を示す断面図(その1)である。

【図6】図6(a)は、従来のMR素子の一例を示す断面図、図6(b)は、MR素子のバイアス磁界を示す斜視図、図6(c)は、MR素子における外部磁界と抵抗率変化の関係を示す特性曲線である。

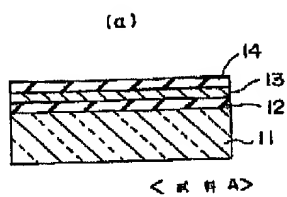
【符号の説明】

- |       |            |
|-------|------------|
| 11、21 | ガラス基板      |
| 12、14 | 絶縁層        |
| 13、23 | FeNi層      |
| 24    | 絶縁層        |
| 31    | 基板         |
| 32、41 | 絶縁層        |
| 33    | 非磁性金属層     |
| 34    | 軟磁性層       |
| 35    | 非磁性金属層     |
| 36    | MR層        |
| 37、38 | レジスト       |
| 39    | バルクハウゼン抑制層 |
| 40    | 金属         |
| 42    | 磁気シールド層    |

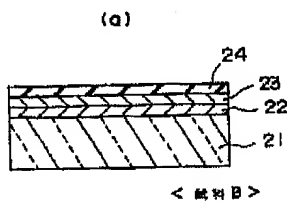
(5)

特開平8-78757

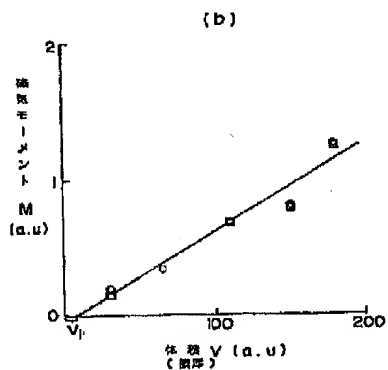
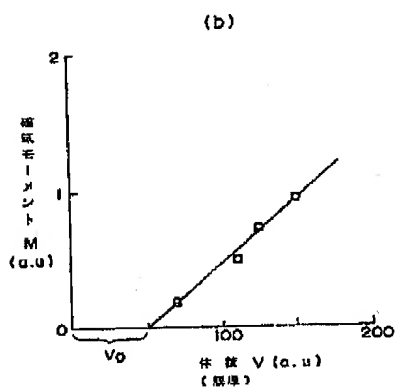
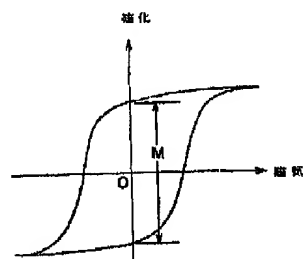
【図1】



【図2】



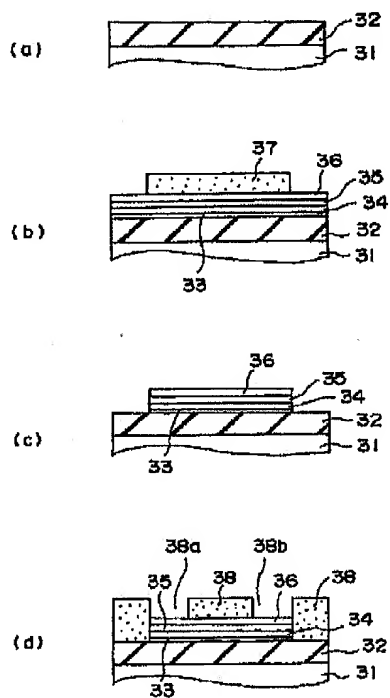
【図3】



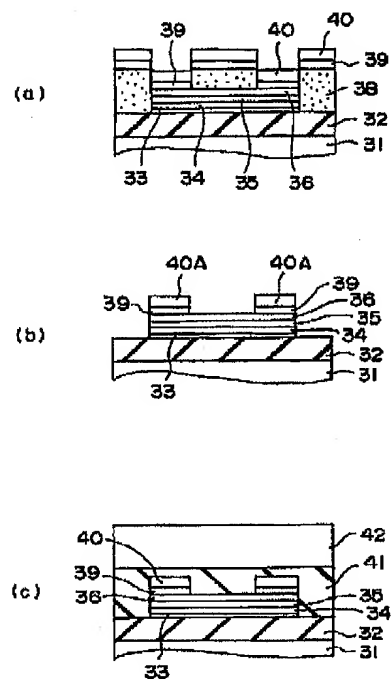
(6)

特開平8-78757

【図4】



【図5】



(7)

特開平8-78757

【図8】

